

**Sensor for measuring distance or surface profiles of workpieces; includes optical branches monitoring two static characteristics to provide focusing corrections**

Veröffentlichungsnr. (Sek.) DE19853302  
Veröffentlichungsdatum : 2000-05-25  
Erfinder :  
Anmelder : WAELDE JUERGEN (DE)  
Veröffentlichungsnummer : ☐ DE19853302  
Aktenzeichen:  
(EPIDOS-INPADOC-normiert) DE19981053302 19981119  
Prioritätsaktenzeichen:  
(EPIDOS-INPADOC-normiert) DE19981053302 19981119  
Klassifikationssymbol (IPC) : G01B11/14; G01B11/24; G02B7/28  
Klassifikationssymbol (EC) : G01B11/02D  
Korrespondierende Patentschriften

---

**Bibliographische Daten**

---

The sensor (10) objective lens (18) can be focused by solenoid. Its position is monitored by a measurement system. Laser diode (11) is a light source. Two optical branches (30, 31) each having cylindrical lens (34, 35) with different depths of focus monitor two static characteristics with different slopes and lengths. Their associated control systems enable focusing corrections to be made.

---

Daten aus der esp@cenet Datenbank - - I2





①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenl gungsschrift**  
⑩ **DE 198 53 302 A 1**

⑤1 Int. Cl. 7:  
**G 01 B 11/14**  
G 01 B 11/24  
G 02 B 7/28

⑳ Aktenzeichen: 198 53 302.0  
㉔ Anmeldetag: 19. 11. 1998  
㉓ Offenlegungstag: 25. 5. 2000

DE 198 53 302 A 1

㉑ Anmelder:  
Wälde, Jürgen, 70439 Stuttgart, DE  
  
㉒ Vertreter:  
Geitz & Geitz Patentanwälte, 76135 Karlsruhe

㉑ Erfinder:  
Antrag auf Nichtnennung

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

- ㉓ Optischer Abstandsmesser  
㉓ Es wird ein Autofokussensor nach dem Astigmatismusprinzip zur Fokusedektion beschrieben, mit einer Objektlinse, welche mittels eines Magnet-/Spulesystems durch Anlegen einer Spannung an die Spule über den Meßbereich verschoben werden kann, mit einem an der Objektlinse angebrachten Meßsystem zur Erfassung der Position der Objektlinse, mit einer Laserdiode als Lichtquelle sowie zwei optischen Zweigen mit zwei Zylinderlinsen unterschiedlicher Brennweite zur Erfassung zweier Kennlinien unterschiedlicher Steigung und Länge.

DE 198 53 302 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf einen zur Abstands- und/oder Oberflächenprofilmessung bestimmten optischen Abstandssensor mit einer Laserdiode als Lichtquelle, einer im Strahlengang der Laserdiode angeordneten Kollimatorlinse zur Strahlkollimierung, wenigstens einem Strahlteiler zur Strahlteilung und Strahlumlenkung, einer verschiebbaren, dem Strahlteiler nachgeschalteten Objektivlinse mit einem Aktuator, und mit einem an der Objektivlinse angebrachten Meßsystem als Stellungsgeber, sowie mit einem Fotodetektor und einem Regelkreis zum Nachführen der Objektivlinse in Abhängigkeit von einer von dem Fotodetektor gelieferten Fokussierspannung.

Sensoren dieser Art sind bereits bekannt. Dabei handelt es sich vornehmlich um Sensoren zum Abtasten von CD-Platten.

So sind in der vom Institut für Prozeßmeß- und Sensortechnik der Technischen Universität Ilmenau veröffentlichten Fachpublikation "Lichtwellenleitergekoppeltes Laserinterferometer mit berührungsloser optischer Antastung von Prüflingsoberflächen" bereits ein Verfahren und ein der Verfahrensdurchführung dienendes Sensorsystem beschrieben. Bei diesem Sensorsystem tritt ein Laserstrahl, dessen Divergenzwinkel mittels einer Kollimatoroptik minimiert ist, als weitgehend paralleles Licht in einen Strahlteiler ein und wird dort zum Teil über eine Fokussieroptik auf eine CD-Oberfläche gelenkt. Der von der Prüflingsoberfläche reflektierte Laserstrahl wird durch ein Linsensystem auf eine Quadrantenfotodiode projiziert. Je nachdem, ob sich die Prüflingsoberfläche im Fokuspunkt befindet oder nicht, bewirkt die Optik, die astigmatisch ausgelegt ist, unterschiedliche Intensitätsverteilungen der Laserstrahlung. Aus der Intensitätsverteilung des auf den Fotodetektor reflektierten Laserlichts kann ein Fokussiersignal gewonnen werden.

Demgegenüber soll durch die Erfindung ein optischer Abstandssensor zur Vermessung von Werkstücken geschaffen werden, der insbesondere zur Abstands- und Oberflächenprofilmessung geeignet und bestimmt ist.

Diese Aufgabe ist erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß bei dem im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 angegebenen Sensor zur Fokusedektion zwei optische Zweige mit jeweils einer Zylinderlinse und einem Fotodetektor vorgesehen sind und daß die beiden Zylinderlinsen unterschiedliche Brennweiten haben.

Sinnvolle Weiterbildungen der Erfindung sind in den nachgeordneten Patentansprüchen 2 bis 20 angegeben.

Im Gegensatz zu den bei CD-Plattenspiellern eingesetzten Abtastköpfen besteht bei Abstandssensoren der vorgenannten Art und Zweckbestimmung die Forderung nach einem vergleichsweise großen Arbeitsabstand, hoher Dynamik, Driftarmut, einem großen Meßbereich und hoher Auflösung. Diesen Forderungen genügt der Abstandssensor nach der Erfindung.

Anhand der beigefügten Zeichnungen sollen nachstehend Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Abstandssensors und das damit verwirklichtbare Meßverfahren erläutert werden. In schematischen Ansichten zeigen:

Fig. 1 den prinzipiellen Aufbau des Abstandssensors,

Fig. 2 Einzelheiten des Abstandssensors,

Fig. 3 anhand eines Schaubildes die Verläufe der Fokussierspannung über der Defokussierung und

Fig. 4 in einer Ansicht wie in Fig. 1 eine alternative Ausführungsform eines Abstandssensors.

Der in Fig. 1 schematisch in seiner Gesamtheit veranschaulichte Abstandssensor 10 besitzt als Lichtquelle eine Laserdiode 11 und eine in deren Strahlengang angeordnete Kollimatorlinse 12 zum Minimieren des Divergenzwinkels

des Laserstrahls. In Strahlrichtung hinter der Kollimatorlinse 12 ist ein Strahlteiler 13 mit einem Tellerprisma 14 angeordnet. An der Seite der freien Fläche des Tellerprismas 14 ist ein Spiegel 15 angebracht, der entweder elektronisch (zum Beispiel über eine elektronisch ansteuerbare LCD-Fläche) abdeckbar, oder aber abklappbar ausgeführt ist.

Zwischen dem Strahlteiler 13 der Kollimatorlinse 12 befindet sich ein Filter 17, was indessen hier nicht weiter interessiert. Zwischen einer zu vermessenden Objektoberfläche 16 und dem Strahlteiler 13 ist eine hinsichtlich ihres Abstandes von der Objektoberfläche 16 nachführbare Objektivlinse 18 angeordnet. Der Abstand der Objektoberfläche 16 von der Objektivlinse 18 ist gleich der Linsenschnittweite und mit 19 bezeichnet. Ferner umfaßt der Sensor 10 auf der von der Objektoberfläche 16 abgewandten Seite des Strahlteilers 13 einen konfokalen Detektorzweig 20, der aus einer im Strahlengang des reflektierten Lichtes angeordneten Sammellinse 21, einer Blende 22 und einer Fotodiode 23 besteht.

Schließlich ist zwischen der blendenseitigen Sammellinse 21 des konfokalen Detektorzweigs 20 und dem Strahlteiler 13 im Strahlengang des von der Objektoberfläche 16 reflektierten Lichts ein zweiter Strahlteiler 25 mit einem Teilerprisma 26 angeordnet, um einen Teil des reflektierten Lichts über eine weitere Sammellinse 27 auf eine CCD-Kamera 28 rechtwinklig abzulenken.

Zwischen der Sammellinse 27 und dem Strahlteiler 25 ist wiederum ein Filter 29 in den Strahlengang eingeschaltet.

Darüber hinaus umfaßt der Abstandssensor 10 zwei Detektorzweige 30, 31 mit je einem Fotodetektor 32, 33 und einer Zylinderlinse 34, 35 im Strahlengang des jeweiligen Fotodetektors 32, 33. Der Detektorzweig 30 ist ferner mit einer Sammellinse 36 ausgerüstet. Der Strahlengang des Fotodetektors 32 ist über einen Strahlteiler 38 mit einem Teilerprisma 39 zwischen der Kollimatorlinse 12 und der Laserdiode 11 in deren Strahlengang eingekoppelt, desgleichen der Strahlengang des Fotodetektors 33 über einen im Strahlengang des Fotodetektors 32 zwischen letzterem und dem Strahlteiler 38 angeordneten weiteren Strahlteiler 40 mit Tellerprisma 41.

Bei der in Fig. 2 dargestellten Ausführungsform ist die Objektivlinse 18 in einem Ringmagneten 44 gefaßt und über ein Trägerrohr 45 an einem Federparallelogramm 40 befestigt, das zwei beabstandet voneinander verlaufende und mit ihrem jeweils einen Ende in einer Halterung 47 eingespannten Blattfedern 48, 49 besitzt. Mittels einer den Ringmagneten 40 konzentrisch umschließenden Spule 50 ist das Trägerrohr 45 und damit die Objektivlinse 18 gemäß Doppelpfeil 51 verschiebbar, also der Abstand der Objektivlinse 18 von der Objektoberfläche 16 veränderbar, wenn die Spule 50 von Strom durchflossen wird.

Am Trägerrohr 45 ist ferner zur Positionsmessung der Objektivlinse 18 als sekundäres Meßsystem ein Induktiv-Meßsystem 54 befestigt. Das induktive Meßsystem 54 umfaßt einen am Trägerrohr 41 mittels einer Halterung 55 befestigten Ferritkern 56 und eine Tauchspule 57, in die der Ferritkern 56 eintaucht.

Anstelle des induktiven Meßsystems 54 könnte auch ein optisches Meßsystem dienen, etwa eine Lichtschranke.

Ferner zeigt Fig. 2 eine mit der Tauchspule 57 des induktiven Meßsystems 54 wirkverbundene Meßwertanzeige 60 sowie einen Regelkreis 61 zum Nachführen der Objektivlinse 18. Dem Regelkreis 61 nachgeschaltet ist ein mit der den Ringmagneten 44 konzentrisch umschließenden Spule 50 wirkverbundener Verstärker 62. Die Ansteuerung des Regelkreises 61 erfolgt von einem Fotodetektor 63 über einen Verstärker 64.

Schließlich ist zum Abtasten der optisch zu vermessenden Objektoberfläche 16 der Objektivlinse 18 optional eine Tast-

nadel 66 zugeordnet, die an einer als am Ringmagneten 44 gehaltenen, als ferromagnetischer Metallring 67 ausgeführten Tastnadelhalterung lösbar aufgenommen ist.

Um bei bestimmungsgemäßer Verwendung des erfindungsgemäßen Abstandssensors 10 bei konstanter Größe des abzutastenden Lichtflecks einen möglichst großen Meßbereich zu erzielen, muß die Objektivlinse 18 während der Messung stets so nachgeführt werden, daß der Brennpunkt des Lichtstrahls mit der Objektoberfläche 16 zusammenfällt. Bei der in der Zeichnung veranschaulichten Ausführungsform der Erfindung erfolgt dies in der Weise, daß die außenliegende Spule 15 das Trägerrohr 45 über den Ringmagneten 44, in dem die Objektivlinse 18 aufgenommen ist, bei Stromdurchfluß verschiebt, und zwar in Abhängigkeit von ermittelten Fokusfehlerspannungen.

Zur jeweiligen Positionsmessung der Objektivlinse 18 dient das sekundäre Meßsystem 54, das als induktives Meßsystem ausgebildet ist. Wenn die Tauchspule 57 des Meßsystems 54 mit einer konstanten Trägerfrequenz von beispielsweise 10 kHz beaufschlagt wird, moduliert eine Verschiebung des Ferritkerns 56 diese Trägerfrequenz entsprechend der Eintauchtiefe des Ferritkerns 56 in die Tauchspule 57.

Sinnvollerweise wird der Abstandssensor 10 so betrieben, daß der Meßlichtfleck stets fokussiert auf der Objektoberfläche 16 liegt. Das Stellsignal dazu liefern die Fotodetektoren 30, 31. Diese geben in der optimalen Stellung der Objektivlinse 18 eine bestimmte Fehlerspannung ab, die im allgemeinen bei null Volt liegt. Ändert sich nun der Abstand zwischen der Objektoberfläche 16 und der Objektivlinse 18, so ändert sich auch die Fehlerspannung. Über einen Verstärker wird diese als Regelgröße auf einen elektronischen Regelkreis gegeben, der über den Spulenaktuator die Objektivlinse 18 so lange verschiebt, bis die Regelspannung wieder null geworden ist.

Der für den Nutzer zugängliche Meßwert wird über das sekundäre Meßsystem 54 ausgegeben. Die zugrunde liegende Meßphilosophie läßt sich wie folgt definieren: Die Brennweite der Objektivlinse 18 ist konstant und dient somit als "Fühler" für den Objektabstand; bei einer Änderung des Abstandes zwischen der Objektoberfläche 16 und der Objektivlinse 18 wird die Linse nachgeführt, bis der Objektabstand wieder der Schnittweite der Objektivlinse entspricht. Die dann gültige Position der Objektivlinse 18 wird über das sekundäre Meßsystem 54 angezeigt und ist ein Maß für den Objektabstand, wobei richtige Kalibrierung naturgemäß vorauszusetzen ist.

Beim Fokusdetektionsverfahren nach der Astigmatismusemethode wird der objektseitige Lichtpunkt nur dann als Kreisscheibe auf dem Fotodetektor abgebildet, wenn der Objektabstand der Schnittweite der Objektivlinse 18 entspricht. Die beispielsweise aus den vier Quadranten des Detektors gebildete Summenausgangsspannung ist dann null. In allen anderen Linsenstellungen ist der Bildpunkt eine entsprechend dem Fokussierungsgrad mehr oder weniger ausgeprägte Ellipse, deren Hauptachse um 90° gedreht ist, je nach dem, ob die Objektentfernung größer oder kleiner als die Linsenschnittweite ist.

Die Meßempfindlichkeit und der statische Meßbereich, das heißt die Kennlinienlänge, hängen hauptsächlich von der numerischen Apertur der Objektivlinse 18 ab, desgleichen aber auch von der optischen Auslegung des mit der Zylinderlinse 34 ausgestatteten Detektorzweigs 30. Die physikalischen Eigenschaften der Objektivlinse 18 werden bei der Auslegung des Sensors 10 festgelegt. Eine hohe numerische Apertur liefert eine hohe Empfindlichkeit, aber auch eine kurze Kennlinie. Dies ist deswegen in der Praxis nachteilig, weil der Regelkreis die Fokussierungen um so schneller ausregeln muß, je kürzer die Kennlinie ist. Dazu muß das

Regelsignal unbedingt rauscharm sein. Weist die abzutastende Objektoberfläche eine abrupte Diskontinuität auf, zum Beispiel eine Stufe, die höher ist als die Kennlinie lang, so verliert der Regler die Oberfläche, das heißt der Regelkreis rastet aus und der Meßwert geht verloren.

Im Gegensatz zu Abstandssensoren nach dem Stande der Technik besitzt der erfindungsgemäße Abstandssensor 10 zwei Detektorzweige 30, 31 mit zwei Zylinderlinsen 34, 35 und gegebenenfalls unterschiedlichen Abbildungsmaßstäben. Daraus resultieren, wie Fig. 3 zeigt, zwei Kennlinien 70, 71. Die Kennlinie 70 hat große Steilheit bei kleiner Länge und weist somit große Empfindlichkeit auf, während die Kennlinie 71 geringere Steilheit bei größerer Länge besitzt und demgemäß geringere Empfindlichkeit kennzeichnet. Dies wird dadurch erzielt, daß die Sammellinse 36 und die Zylinderlinse 34 unter dem Bildpunkt F, dessen Lage sich ergibt, wenn die Objektivlinse 18 so steht, daß die Fokusfehlerspannung null ist, angeordnet sind. Jedem der Detektoren 30, 31 ist ein Regelkreis zugeordnet. Diese Regelkreise haben unterschiedliche, der Steilheit der jeweiligen Kennlinie 70, 71 entsprechende Regelcharakteristiken. Angesichts dieser Auslegung bleibt auch bei größeren Oberflächensprüngen der dem Detektorzweig mit der langen Kennlinie zugeordnete Regelkreis eingerastet und über eine geeignete elektronische Verschaltung oder Programmierung ist ein sofortiges Nachziehen des anderen -empfindlicheren - Regelkreises unproblematisch möglich.

Eine Vergrößerung des "Fangbereichs" ergibt sich auch durch eine Vergrößerung der lichtempfindlichen Flächen des Detektors. Dadurch steigt allerdings die Kapazität und es sinkt die Grenzfrequenz. Man kann nun vorteilhafterweise in einen Detektorzweig einen geometrisch eher kleinen Detektor und im anderen Detektorzweig einen größeren Quadranten-Fotodetektor einbauen. Dadurch erzielt man eine hohe Grenzfrequenz während des eingerasteten Meßvorganges über den erstgenannten Detektor und nutzt die Ausgangsspannung des zweiten Detektors zur Überwachung der Linsenposition und gegebenenfalls zur groben Nachregelung derselben.

Mittels der Elektronik und der beiden Detektorzweige 30, 31 läßt sich somit ein Filterglied realisieren. Über die Kennlinie des ersten Detektors werden dabei kleine Defokussierungen schnell gemessen und gegebenenfalls ausgegeregelt, mittels der Kennlinie des zweiten Detektors hingegen, quasi in einem Tiefpaßverhalten, größere Defokussierungen.

Eine ebenfalls vorteilhafte Erweiterung des erfindungsgemäßen Abstandssensors ist durch die Implementierung eines CCD-Chips realisierbar, mit der ein Ausschnitt der Objektoberfläche auf einem Monitor abgebildet werden kann. Man sieht so jederzeit, wo sich auf der Oberfläche eines zu vermessenden Werkstücks der Meßlichtstrahl befindet. Dieser Meßlichtstrahl kann zweckmäßigerweise mittels eines Filters vor dem CCD-Chip abgeschwächt werden.

Ein besonderes Problem besteht in der Justierung der Sensorkomponenten zueinander. Um eine derartige Justierung zu vereinfachen, kann ein konfokaler Detektorzweig 20 vorgesehen sein. Wenn die Teilerprismen optimal justiert sind und die Objektivlinse 18 nicht verkippt ist, erhält die Fotodiode maximale Intensität, wenn man anstelle der Objektoberfläche einen Spiegel plaziert.

Im Rahmen der Erfindung läßt sich der Abstandssensor 10 auch in einem konfokalen Modex betreiben. Der konfokale Zweig besteht aus einer Sammellinse 21, einer Blende 22 sowie einer Fotodiode 23. Optimonal wird vorteilhafterweise die Objektivlinse 18 an einem Ast einer Stimmgabel befestigt. Wird diese über einen Oszillator in Schwingungen versetzt, so erhält die Fotodiode dann maximale Lichtintensität, wenn der Objektabstand der Schnittweite der Objek-

ktivlinse entspricht. Über ein sekundäres Meßsystem läßt sich der Meßwert auslesen. Um die massenmäßige Symmetrie der beiden Schwinggabeläste herzustellen, kann am anderen Ast ebenfalls eine Linse befestigt werden, wobei dann beide Linsen zusammen das Sensorobjektiv darstellen. Gemäß Fig. 4 kann bei festmontiertem Spiegel 15 der konfokale Detektionszweig durch einen interferometrischen Zweig ersetzt werden durch Zusatz einer Sammellinse 21 sowie einem Fotodiodenarray 72.

Es ist wünschenswert, daß die Nulldurchgänge der Kennlinien 70, 71, der beiden mit den Zylinderlinsen 34, 35 ausgerüsteten Detektionszweige 30, 31 zusammenfallen. Dies hat den Vorteil, daß beim Umschalten von einem auf den anderen Detektionszweig kein Meßwertversatz auftritt. Dies kann dadurch erreicht werden, daß an der Seite der freien Fläche des Teilerprismas 14 ein Spiegel 15 angebracht wird. Dieser kann entweder etwa über eine elektronisch ansieuerbare LCD-Fläche elektronisch verdeckbar oder abklappbar ausgeführt sein. In Meßpausen wird der Spiegel 15 eingeschwenkt oder elektronisch freigegeben. Die Strahlführung im Empfangsstrahlengang entspricht dann dem fokussierten Zustand und die von den beiden Detektoren 30, 31 abgegebene Spannung muß null sein. Bei einer Abweichung wird eine Korrekturspannung so hinzugefügt, daß die Summenspannung null ist.

Optisch gemessene Profile an Oberflächendiskontinuitäten können an Artefakten leiden und zudem nur ungenommene Meßwerte liefern. Insofern kann es wünschenswert sein, die mit dem optischen Abstandssensor 10 nach der Erfindung gemessenen Oberflächenprofile durch Abtasten des Werkstücks mit einer Tastnadel 66 zu überprüfen. Insofern ist als Tastnadelhalterung ein Eisenring 67 vorgesehen, der coaxial zu dem die Objektivlinse 18 aufnehmenden Ringmagneten 44 angeordnet und an diesem gehalten ist. Zum Abnehmen der Tastnadel 66 könnte deren Halterung 67 eine kleine Spule aufweisen, die bei der Demontage stromdurchflossen ein Gegenmagnetfeld erzeugt, so daß die Tastnadel 66 abfällt. Dies ist in der Zeichnung nicht weiter veranschaulicht.

Alternativ kann die Tastnadel 66 jedoch auch starr an der Linsenfassung montiert sein, und zwar in Achsrichtung der Objektivlinse 18 um ein dem halben Meßbereich entsprechendes Maß zurückversetzt. Beim taktilen Sensorbetrieb wird die Spule, die normalerweise die Nachregelspannung gemäß des Fokustellersignals enthält, über eine elektronische Weiche mit einem voreingestellten Strom beaufschlagt, wodurch das Trägerrohr 45 ausgelenkt wird und die Tastnadel 66 die Oberfläche 16 des Objekts mit konstanter Kraft berührt.

Anstelle der üblichen Abstands- oder Profilmessung mit einem Lichtpunkt läßt sich das Profil auch vorteilhaft mittels zweier auf die Objektoberfläche projizierter Meßlichtpunkte 76, 77 messen, wie dies Fig. 4 zeigt. Liegen die Meßlichtpunkte dicht beieinander (Abstand einige Mikrometer), so kann man die Abstandsmeßwerte der zugeordneten Meßflecke voneinander subtrahieren und erhält dadurch eine Unempfindlichkeit gegenüber Vibrationen des Meßobjekts. Zur Erzeugung zweier benachbarter Meßlichtpunkte ist ein polarisierender Strahlteiler 73 eingelügt, der zwei Spiegelflächen 73, 75 aufweist, von denen eine (75) um einen sehr kleinen Winkel gegen die Achse des einfallenden Lichtstrahls gekippt ist. Durch den Strahlteiler 73 wird der einfallende Lichtstrahl aufgeteilt und die von den Spiegelflächen reflektierten Teilstrahlen erzeugen auf der Objektoberfläche 16 zwei Lichtpunkte. Diese werden im rückwärtigen Strahlengang so abgebildet, daß das Bild des einen auf den Detektor 32 und das Bild des anderen auf den Detektor 33 fällt. Jeder Detektor liefert den zu einem Lichtpunktzugeordneten Abstandsmeßwert. Diese können dann beliebig miteinander

verrechnet werden.

#### Bezugszeichenliste

- 5 10 Abstandssensor
- 11 Laserdiode
- 12 Kollimatorlinse
- 13 Strahlteiler
- 14 Teilerprisma
- 15 Spiegel
- 16 Objektfläche
- 17 Filter
- 18 Objektivlinse
- 19 Arbeitsabstand
- 20 Detektorzweig
- 21 Sammellinse
- 22 Blende
- 23 Fotodiode
- 24 Sammellinse
- 25 Strahlteiler
- 26 Teilerprisma
- 27 Sammellinse
- 28 CCD-Kamera
- 29 Filter
- 30 Detektorzweig
- 31 Detektorzweig
- 32 Fotodetektor
- 33 Fotodetektor
- 34 Zylinderlinse
- 35 Zylinderlinse
- 36 Sammellinse
- 38 Strahlteiler
- 39 Teilerprisma
- 40 Strahlteiler
- 41 Teilerprisma
- 44 Ringmagnet
- 45 Trägerrohr
- 46 Parallelogramm
- 47 Halterung
- 48 Blattfelder
- 49 Blattfeder
- 50 Spule
- 51 Verschieberichtung
- 54 induktives Meßsystem
- 55 Halterung
- 56 Ferritkern
- 57 Tauchspule
- 60 Meßwertanzeige
- 61 Regelkreis
- 62 Verstärker
- 63 Fotodetektor
- 64 Verstärker
- 66 Tastnadel
- 67 Eisenring (Halterung)
- 70 Kennlinie
- 71 Kennlinie
- 72 Fotodiodenzeile
- 73 Teilerprisma
- 74 Spiegel
- 75 Spiegel
- 76 Meßlichtfleck
- 77 Meßlichtfleck

#### Patentansprüche

1. Zur Abstands- und Oberflächenprofilmessung bestimmter optischer Abstandssensor mit einer Laserdiode als Lichtquelle, einer im Strahlengang der Laser-

diode angeordneten Kollimatorlinse zur Strahlkollimierung, wenigstens einem Strahlteiler zur Strahlteilung und Strahlumlenkung, einer verschiebbaren, im Strahlteiler nachgeschalteten Objektivlinse mit einem Aktuator, und mit einem an der Objektivlinse angebrachten Meßsystem als Stellungsgeber, sowie mit einem Fotodetektor und einem Regelkreis zum Nachführen der Objektivlinse in Abhängigkeit von einer von dem Fotodetektor gelieferten Fokusfehlerspannung, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Fokusedektion zwei optische Zweige (30, 31) mit jeweils einer Zylinderlinse (34, 35) und einem Fotodetektor (32, 33) vorgesehen sind und daß die Zylinderlinsen (34, 35) unterschiedliche Brennweiten haben.

2. Abstandssensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Fotodetektor eine Vierquadrantenfotodiode ist.

3. Abstandssensor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß Fotodetektoren unterschiedlicher geometrischer Abmessungen in den beiden optischen Zweigen zur Fotodetektion eingesetzt sind.

4. Abstandssensor nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Fotodetektor eine lichtempfindliche tote Zone aufweist.

5. Abstandssensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Fotodetektor multiple Einzелеlemente enthält.

6. Abstandssensor nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Fotodetektor als CCD-Chip ausgebildet ist.

7. Abstandssensor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem der beiden Detektorzweige die Zylinderlinse hinter dem von der Kollimatorlinse erzeugten Bildpunkt angeordnet ist.

8. Abstandssensor nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem der beiden Detektorzweige die Zylinderlinse und eine weitere Sammellinse hinter dem von der Kollimatorlinse erzeugten Bildpunkt angeordnet sind.

9. Abstandssensor nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß jedem der beiden Detektorzweige ein eigener Regelkreis zum Nachführen der Objektivlinse zugeordnet ist.

10. Abstandssensor nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Regelkreise der beiden Detektorzweige unterschiedliche Strukturen haben.

11. Abstandssensor nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem Teilerprisma des Strahlteilers vor der Objektivlinse eine abschaltbare oder kippbare Spiegelfläche hinter der freien Fläche angebracht ist.

12. Abstandssensor nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Objektivlinse an einem Federparallelogramm angebracht ist.

13. Abstandssensor nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Aktuator als Magnet-/Spulensystem ausgebildet ist.

14. Abstandssensor nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Objektivlinse an einem Ast einer Schwinggabel angebracht ist.

15. Abstandssensor nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß an einem zweiten Ast der Schwinggabel eine weitere Linse angebracht ist, bei der es sich um eine Sammel- oder um eine Zerstreuungslinse handelt.

16. Abstandssensor nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß das Objektfeld über einen weiteren Strahlteiler und eine Optik auf eine

CCD-Kamera abbildbar ist.

17. Abstandssensor nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß dieser einen aus einer Sammellinse einer Blende, und einer Fotodiode oder einem Fotodiodenarray bestehenden konfokalen Zweig besitzt.

18. Abstandssensor nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß an einer Halterung der Objektivlinse eine gegebenenfalls lösbare Tastnadel angebracht ist.

19. Abstandssensor nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß der Aktuator der Objektivlinse zwei Bewegungsfreiheitsgrade besitzt, nämlich senkrecht und parallel zur Objektoberfläche, und daß die Regelkreise für das Nachführen der Objektivlinse entsprechend ausgelegt sind.

20. Abstandssensor nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß der Beleuchtungsstrahlengang hinter der Laserdiode (11) eine weitere Sammellinse (24) sowie einen weiteren polarisierenden Strahlteiler (73) aufweist, dessen Fläche (74) verspiegelt ist und an dessen zweiter nutzbarer Fläche eine gekippte oder kippbare Spiegelfläche (75) angeordnet ist.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

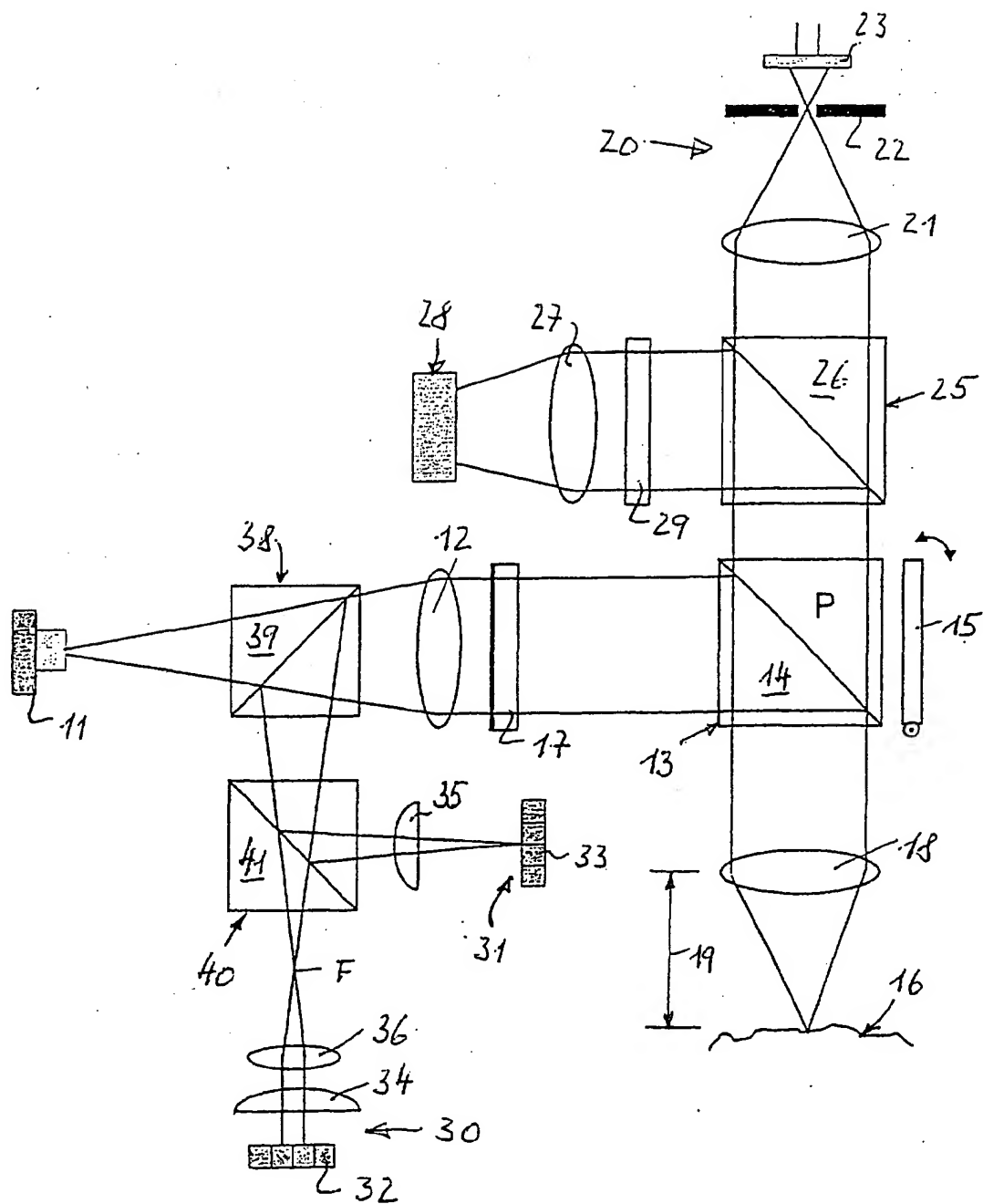


Fig. 1



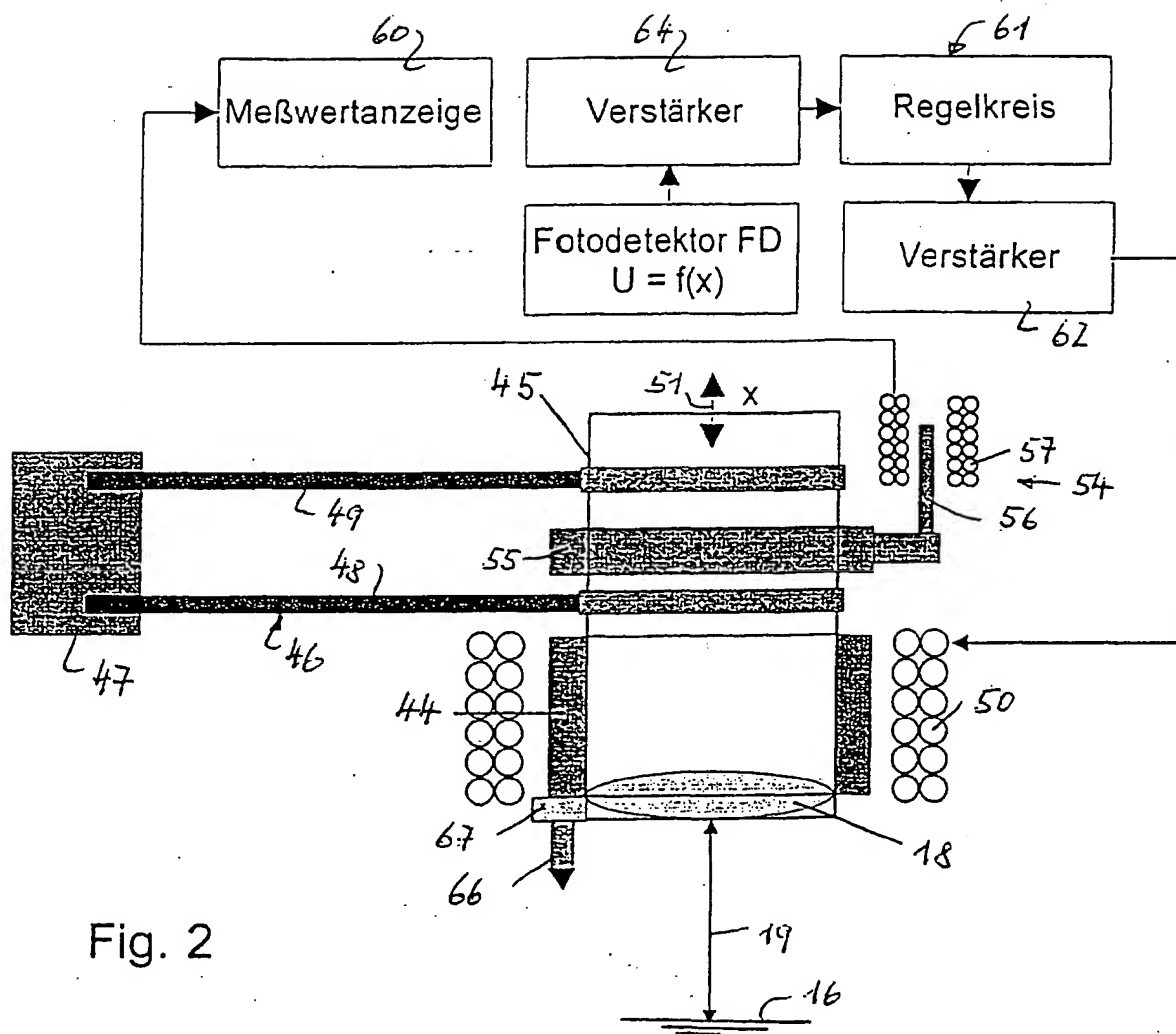


Fig. 2

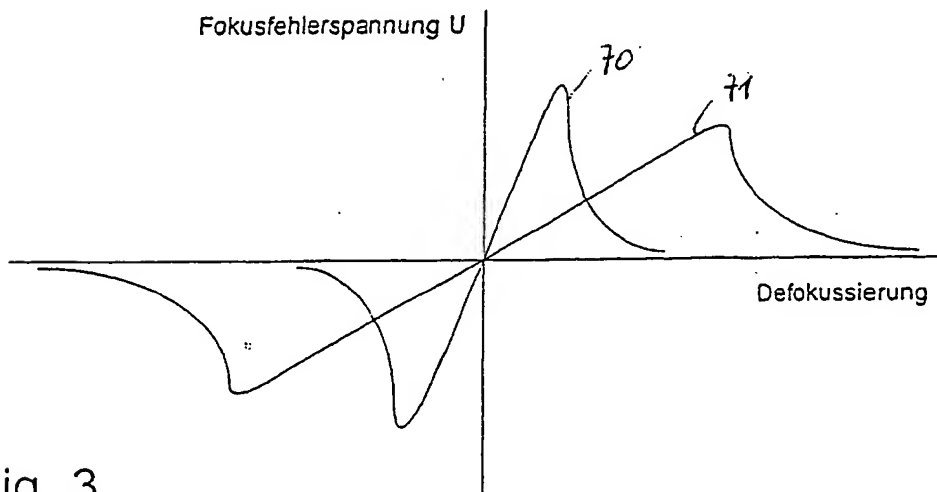


Fig. 3

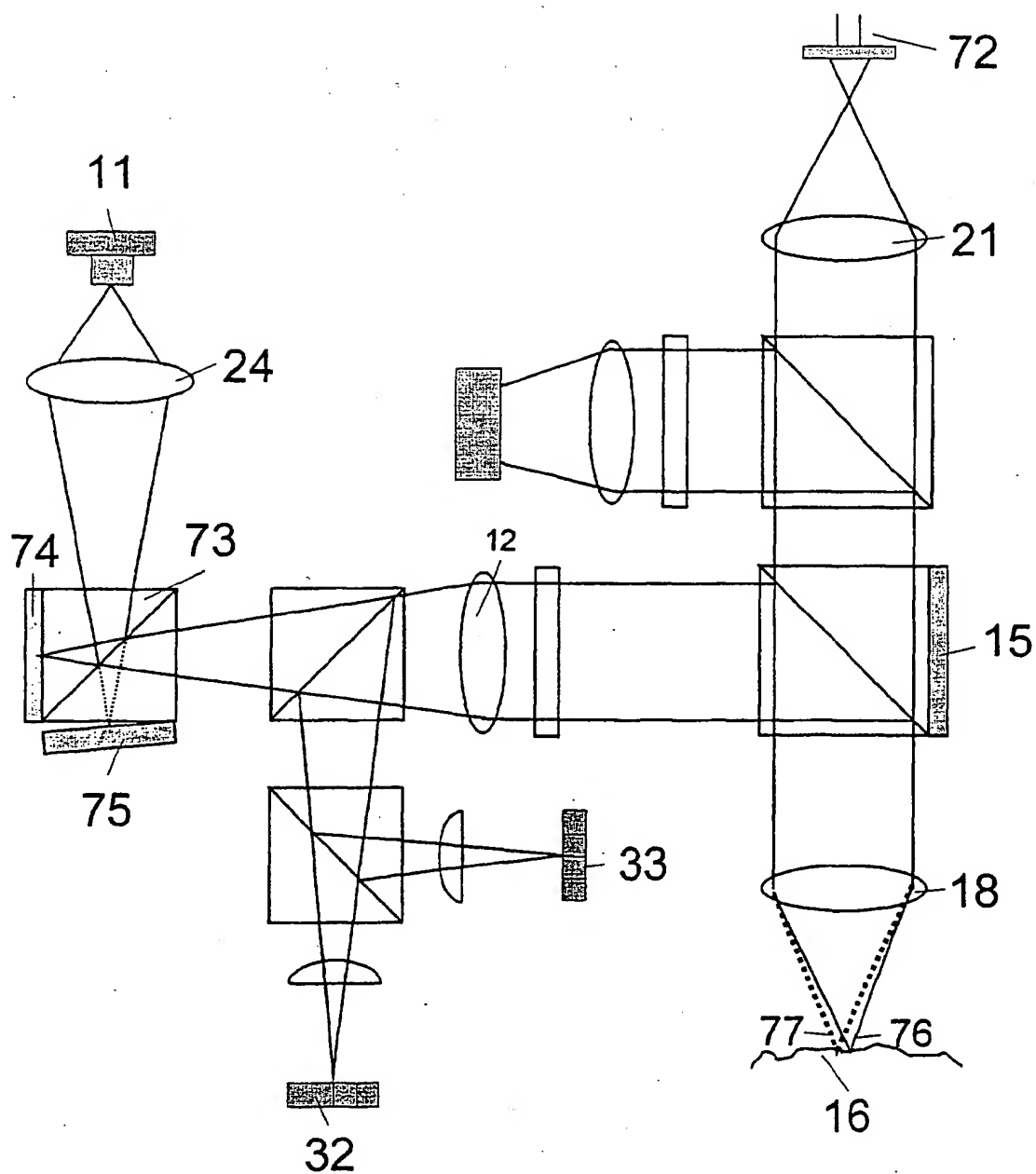


Fig. 4